Aus der Orthopädischen Klinik und Poliklinik
der Freien Universität Berlin (Oskar-Helene-Heim)
Direktor: Professor Dr. med. Alfred N. Witt

FEMURFRAKTUREN SOWIE NAGELBRÜCHE UND NAGELVERBIEGUNGEN BEI HÜFTARTHRODESEN - EIN BIOMECHANISCHES PROBLEM

INAUGURAL-DISSERTATION
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an der
Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Waltraud Rieger, geb. Kalweit
aus Magdeburg

1966

Aus der Orthopädischen Klinik und Poliklinik
der Freien Universität Berlin (Oskar-Helene-Heim)
Direktor: Professor Dr. med. Alfred Nr. Witt

FEMURFRAKTUREN SOWIE NAGELBRÜCHE UND NAGELVERBIEGUNGEN BEI HÜFTARTHRODESEN - EIN BIOMECHANISCHES PROBLEM

INAUGURAL-DISSERTATION
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an der
Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Waltraud Rieger, geb. Kalweit
aus Magdeburg

Dekan: Professor Dr. med. Alfred N. Witt

Referent: Priv. Doz. Dr. med. Horst Cotta

Korreferent: Professor Dr. med. Hermann Franke

UNIVERSITEITSBIBLIOTHEEK - LEIDEN -

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

Promoviert am: 15. November 1966

Gliederung

1.) Einleitung

2.) Die Hüftarthrodesen

   a) allgemeiner Teil
   b) die einzelnen Formen
   c) die Technik
   d) Indikationen - Kontraindikationen
   e) Altersbegrenzung

3.) Fragestellung für die Arbeit

4.) Eigene Untersuchungen

   a) Kasuistik
   b) Untersuchungsschema
   c) Untersuchungsbefunde

5.) Die statischen Verhältnisse am Hüftgelenk

   a) die Kräfte, die auf das Hüftgelenk wirken
   b) der Stand des Gesunden
   c) die Standbeinphase beim Gang des Gesunden
   d) der Stand des Hüftversteiften
   e) die Standbeinphase beim Gang des Hüftversteiften

6.) Besprechung der Ergebnisse

   a) Vergleich mit den Ergebnissen anderer Autoren
   b) Folgerungen

7.) Zusammenfassung

8.) Schrifttumsverzeichnis

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41535704_0039

Einleitung

Bereits Ende des 19. Jahrhunderts trug man sich mit dem Gedanken, ein erkranktes, nicht mehr funktionstüchtiges, aber sehr schmerzhaftes Gelenk zu einer knöchernen Versteifung zu bringen, um dadurch einerseits die Schmerzen zu beseitigen und zum anderen, ein funktionstüchtiges Gelenk zu erhalten.

Es war der Wiener Chirurg ALBERT, der im Jahre 1876 die erste Arthrodesierung, und zwar am Kniegelenk, durchführte. Die Operation war ein Erfolg, so daß man sich Gedanken machte, diese auch auf andere Gelenke auszudehnen und die Operationstechnik zu verbessern.

Eine Arthrodese des Hüftgelenkes wurde erstmalig von dem Italiener MARAGLIANO 1913 durchgeführt. Heute ist man, infolge der Fortschritte in der Operations- und Narkosetechnik, bereits so weit, daß es kein größeres Gelenk mehr gibt, daß man bei entsprechender Indikation nicht versteifen könnte.

Die versteifenden Operationen werden an einigen Gelenken, wie dem Fuß- und Hüftgelenk, besonders häufig durchgeführt; erst mit weitem Abstand folgen die Arthrodesen des Kniegelenkes und die der anderen Gelenke.

Die Hüftarthrodesen

Es ist der Sinn einer Hüftarthrodese, ein schmerzhaftes, in seiner Bewegung eingeschränktes und evtl. kaum noch bewegliches Gelenk zur vollständigen Versteifung zu bringen und damit den Patienten von den Schmerzen zu befreien. Durch die Schmerzfreiheit wird auch die Funktionsfähigkeit des Beines wiedergewonnen. Zur Erreichung dieses Zieles kann man sich verschiedener Methoden bedienen.

Max LANGE unterteilt die Hüftarthrodesen in folgende zwei Haupttypen und Sonderformen:

1) Intraartikuläre Arthrodese
   a) Anfrischungs-Arthrodese
   b) Verriegelungs-Arthrodese
   c) Bolzungs-Arthrodese

2) Extraartikuläre Arthrodese oder Span-Arthrodese
   a) Iliofemorale Arthrodese
   b) Ischiofemorale Arthrodese

3) Sonderformen
   a) Kombinierte Arthrodese
      (zur Festigung werden Nagel oder Schraube und Knochenmaterial eingefügt)
   b) Druckarthrodese

Am Hüftgelenk wurde die reine Anfrischungsarthrodese von WATSON-JONES, CHAPCHAL, VAN NEES, PUTTI, MAX LANGE u.a. verlassen, da sie trotz sehr langer Ruhigstellung nicht immer eine völlige Festigkeit gibt. Außerdem ist die Anfrischungsarthrodese für ältere Menschen oft ein zu großer Eingriff.

Man ging zur Verriegelungs-Arthrodese über mit Nagel und Span. Aber auch diese bringt prozentual noch nicht die erwünschte Festigkeit.

Deshalb führte MAX LANGE eine Verblockung mittels Knochenspan u n d Nagel durch. Auch A. N. Witt weist darauf hin, daß durch die zusätzliche Knochenplombierung ein besserer Durchbau des Gelenkspaltes eintritt.

> "Der Dreilamellennagel gibt den primären Halt, der zusätzlich eingefügte Knochenspan soll die Verknöcherung anregen und die Dauerverknöcherung sichern." (MAX LANGE)

Operationstechnik nach Max Lange:

Bei guter Stellung des Beines, d.h. bei Mittelstellung in der Frontalebene und einer Beugung von 160° wird ein 3-Lamellennagel durch den Schenkelhals in die Hüfte eingeschlagen.
Die kleinen Glutäen und der Vastus lateralis werden abgetrennt. Der Trochanter major wird abgeschlagen und zum Knochenkeil umgeformt. Er wird periostfaszien entblößt und in die zuvor geschaffene Knochennute am Pfannendach und oberen Kopfquadranten eingebolzt. Nach 6-8 Wochen kann der Patient mit einer Gipshose aufstehen, nach 16 Wochen ist in den meisten Fällen die Ankylosierung erreicht.

Abb. 1

Bei Patienten in hohem Alter, bei denen bereits eine erhebliche, allerdings noch unvollständige Versteifung in Form einer Wackelsteife vorliegt, bringt A.N. Witt den von ihm entwickelten S p r e i z n a g e l zur Anwendung. Eine zusätzliche Knochenplombierung kann fortfallen, und damit ist der operative Eingriff nur gering. Ein weiterer Vorteil des Spreiznagels ist die Verkürzung der Fixation im Gipsverband und die damit verbundene frühere Belastung.

Bei noch gut beweglichen Hüftgelenken muß allerdings auch trotz des Spreiznagels eine zusätzliche Einbolzung von Knochenmaterial erfolgen.

Da fast alle Erkrankungen des Hüftgelenkes, seien sie nun traumatischer, entzündlicher oder in Folge einer Fehlform statischer Art, letzten Endes zu einer Coxarthrose führen können, ist diese die häufigste Erkrankung des Hüftgelenkes und somit die häufigste Indikation zur Hüftarthrodese.

Man kann die versteifende Operation bei degenerativen Veränderungen, die auf der Basis der Entzündung, der Dysplasie oder als Folge eine Traumas entstanden sind, durchführen.

Die extraartikuläre Arthrodese kommt in erster Linie bei der Coxitis tuberculosa zur Anwendung, während die intraartikuläre Arthrodese sowohl bei der primären wie auch bei der sekundären Arthrosis, einschließlich der posttraumatischen, Verwendung findet.
Man bevorzugt die Hüftarthrodese als die Methode der Wahl bei einseitigen Coxarthrosen, bei denen wenig Aussicht besteht bei anderen Eingriffen wie z.B. Voss'scher Hängehüfte oder Resektions Angulationsosteotomie, eine Verbesserung der funktionellen Leistungsfähigkeit zu erreichen. Bei Doppelseitigkeit des Leidens ist die operative Behandlung ohnehin ein außerordentlich schwieriges Problem.
Ebenfalls ausgesprochene Kontraindikationen sind gleichseitige Versteifung des Kniegelenkes und weitgehende spondylarthrotische Veränderungen im lumbosacralen Übergangsbereich.

Da die Arthrodese eine Unterbrechung der kinetischen Kette darstellt, darf diese Ausschaltung nur dann vorgenommen werden, wenn durch ein anderes Glied der Kette, nämlich die LWS, die verlorene Beweglichkeit wenigstens teilweise wieder ausgegleichen werden kann.

Das Alter stellt keine absolute Kontraindikation dar. MAX LANGE gibt an, daß eine Hüftarthrodese durchgeführt werden kann vom 20. - 70. Lebensjahr, daß die Altersgrenze nach oben von der noch zu erwartenden Regenerationskraft abhängig ist.

Bis einschließlich des 5. Lebensjahrzehnts wird die kombinierte Arthrodese durchgeführt. Meist haben diese Patienten noch eine Teilbeweglichkeit des Gelenkes, die Schmerzhaftigkeit schränkt ihre Leistungsfähigkeit jedoch weitgehend ein.
Ihnen kann sowohl der große Eingriff als auch das längere Krankenlager, infolge der anschließenden langen Gipsbehandlung noch zugemutet werden. Schwieriger ist es schon bei den Patienten, die das 5. Lebensjahrzeht überschritten haben. Meist liegt aber bei ihnen bereits eine weitgehende Versteifung vor, so daß sich der Spreiznagel nach A.N. Witt hier ausgezeichnet bewährt hat. Einerseits ist der Eingriff nicht sehr groß, er kommt etwa einer normalen Schenkelhalsnagelung gleich, zum anderen schafft er die Möglichkeit, die Gipsbehandlung herabzusetzen und damit die Dauer des Krankenlagers zu reduzieren.

Die Arthrodese ist besonders günstig für Patienten, die berufsmäßig viel stehen müssen, nicht ganz so günstig bei Menschen mit Sitzberufen.

Sie kommt vor allem in Frage bei Menschen, die von ihren Gliedmaßen eine große Dauerbeanspruchung verlangen, so für schwerarbeitende Berufstätige und für Personen mit einem hohen Körpergewicht.

Fragestellung für die Arbeit

Die von zahlreichen Autoren (D'Aubigné, Chapchal, M. Lange, Mayer, Putti, Schörner u.a.) bestätigte Tatsache, daß bei Hüftarthrodesierten schon bei geringem Trauma eine gleichseitige Oberschenkelfraktur auftreten kann, gab den Anlaß zur Nachuntersuchung solcher Patienten, sich durch Befragung über ihre Standfestigkeit vor der Fraktur und über den Frakturmechanismus zu orientieren, und die statischen Probleme beim Hüftarthrodesierten zu erörtern.

Damit sollen in vorliegender Arbeit folgende Fragen dikutiert bzw. zu klären versucht werden :

1) Welcher Unterschied besteht zwischen den statischen Verhältnissen am versteiften im Gegensatz zum mobilen Hüftgelenk, und welche Bedeutung hat diese Veränderung für den Patienten?

2) Erhält der Hüftarthrodesierte ein festes Standbein, das ihm die nötige Sicherheit gibt?

3) Prädestiniert eine Hüftarthrodese zur gleichseitigen Oberschenkelfraktur?

Eigene Untersuchungen

a) Kasuistik

Von den 210 in der Zeit von September 1954 bis September 1963 in der hiesigen Klinik hüftarthrodesierten Patienten haben sich 11 infolge eines Sturzes eine Fraktur des gleichseitigen Oberschenkels zugezogen.

Es handelt sich dabei um 8 weibliche und 3 männliche Patienten, von denen zur Zeit der Operation

5 im 4. Lebensjahrzehnt, 4 im 5. Lebensjahrzehnt und 2 im 6. Lebensjahrzehnt standen.

Bei weiteren 12 Patienten kam es ohne vorausgegangenes Trauma zum Nagelbruch und bei 4 Patienten zu einer Nagelverbiegung.

Es konnten nur 10 Patienten, die eine Fraktur des Oberschenkels nach einer Hüftarthrodese erlitten hatten, nachuntersucht werden, da eine Patientin vor ca. 1 Jahr verstorben ist.

Die Untersuchung der Patienten erfolgte an Hand des nachfolgenden Frageschemas.

b) Untersuchungsschema

Name: Vorname: Alter: Geschl.:
Op. am: Art der Op.: Klin. Indik.:
Fraktur am: Art der Fraktur: Zeit p.Op.:
Frakturmechanismus: Versorgung:

Befragung des Patienten

I. Allgemeinbefinden

1) Wann ist die geringste Schmerzhaftigkeit
   a) stehen
   b) sitzen
   c) liegen
   d) laufen

2) Wann ist die größte Schmerzhaftigkeit
   a) stehen
   b) sitzen
   c) liegen
   d) laufen

3) Schlaflage des Patienten

II. Arthrodesiertes Hüftgelenk

1) Zustand vor der Operation
2) Zustand nach der Operation
   a) Besserung
      α) sehr gut
      β) gut
      γ) befriedigend
   b) Befinden blieb gleich
   c) Verschlechterung
3) Zustand nach der Fraktur

III. Gegenseitiges Hüftgelenk

1) Zustand vor der Operation
2) Zustand nach der Operation
3) Zustand nach der Fraktur

IV. Kniegelenk der arthrodesierten Seite

1) Zustand vor der Operation
2) Zustand nach der Operation
3) Zustand nach der Fraktur

V. Kniegelenk der Gegenseite

1) Zustand vor der Operation
2) Zustand nach der Operation
3) Zustand nach der Fraktur

VI. Kreuzbeingegend

1) Zustand vor der Operation
2) Zustand nach der Operation
3) Zustand nach der Fraktur

Klinische Untersuchung

I. Im Stehen

1) Beckenstand
2) Stand
3) Muskulatur

II. Im Liegen

1) Länge beider Beine
2) Umfangmaße beider Beine
3) Arthrodesiertes Hüftgelenk
   a) Stellung
   b) Schmerzen
   c) Röntgen

4) Gegenseitiges Hüftgelenk

a) Beweglichkeit
b) Schmerzen
c) Röntgen

5) Kniegelenk der arthrodesierten Seite

a) Beweglichkeit
b) Schmerzen
c) Bandhalt

6) Kniegelenk der Gegenseite

a) Beweglichkeit
b) Schmerzen
c) Bandhalt

7) Wirbelsäule

a) Beweglichkeit
b) Schmerzen
c) Form

Funktion

I. Gangbild

1) Hinken

a) vor der Operation
b) nach der Operation
c) nach der Fraktur

2) Stockbenutzung

a) vor der Operation
b) nach der Operation
c) nach der Fraktur

3) Sicherheit beim Stehen und Gehen

a) nach der Operation
b) nach der Fraktur

II. Leistung

1) Gehleistung in Stunden

III. Subjektive Beinbelastung

1) Patient steht auf dem gesunden Bein

a) vor der Fraktur
b) nach der Fraktur

2) Patient steht auf dem arthrodesierten Bein

a) vor der Fraktur
b) nach der Fraktur

3) Patient steht auf beiden Beinen

a) vor der Fraktur
b) nach der Fraktur

c) Untersuchungsbefunde

1) W. H., 44 Jahre, Lackierer
Krankenblatt-Nr. 447/60, Röntgen-Nr. 7a/60

Wegen schmerzhafter Coxarthrose li. wurde typische Hüftarthrodese nach Max Lange durchgeführt.
Nach einer Gesamtgipsdauer von 21 Wochen war röntgenologisch ein guter Durchbau zu sehen, auch klinisch bestand Festigkeit.

1 Jahr p.op. blieb der Patient beim Laufen an einem Läufer hängen, fiel auf die arthrodesierte Seite und zog sich eine subtrochantere Femurfraktur im Bereich der Nageleinschlagstelle zu. Nach einer Gipsdauer von 21 Wochen röntgenologisch guter Durchbau der Fraktur bei medialer Verschiebung um Halbschaftbreite.

Jetzt, 3 1/2 Jahre p.op.: röntgenologisch zeigt sich noch eine gelenkspaltähnliche Aufhellung im ehemaligen Pfannenbereich. Um den Nagel herum im distalen Abschnitt 2 mm breite Aufhellungszone als Zeichen der Auslockerung. Verschiebung des Femur um Halbschaftbreite nach medial.

Patient ist schmerzfrei, arbeitet als Lackierer. Beim Laufen benutzt er einen Stock, hat eine Gehleistung von 1-2 Stunden. Er steht täglich ca. 8 Stunden ohne Beschwerden.

2) H. Sch., 47 Jahre, ambulante Händlerin
Krankenblatt-Nr. 2227/54, Röntgen-Nr. 309a/61

Wegen erheblicher Coxarthrose li. wurde typische Hüftarthrodese nach Max Lange durchgeführt.
Die Erstaufnahmen zeigen beiderseitige Hüftdysplasie mit ovalärer Femurkopfform re. Eindeutige Arthrosezeichen sind re. noch nicht nachweisbar. Li. papageienschnabelähnliche Kopfdeformation bei coxa valga luxans. Gelenkspalt ist millimeterschmal und zeigt korrespondierende Sklerosierung der Gelenkfläche und kleincystische Veränderung des dem Pfannenerker gegenüberstehenden Kopfendes. Erhebliche Antetorsionsstellung des Schenkelhalses.
Nach einer Gesamtgipsdauer von 16 Wochen röntgenologisch absolut feste Ankylose des Hüftgelenkes, geringfügige Verbiegung des Nagels.

5 Monate p. op. rutschte die Patientin auf der Straße aus, fiel auf die arthrodesierte Hüfte. Fissur des Schenkelhalses li.
Nach einer Gipsdauer von 13 Wochen Fissur gut durchgebaut.

Jetzt, 8 1/2 Jahre p. op.: röntgenologisch einwandfrei durchgebaute Arthrodese, Adduktionsstellung. Verbiegung des Nagels in der Mitte von 10° Abweichung. Verstärkung der Corticalis li., Arthrosezunahme re.

Patientin ist schmerzfrei, ist mit dem Ergebnis der Operation sehr zufrieden. Beim Laufen benutzt sie einen Stock, hat eine Gehleistung von 1 Stunde.

3) E. H., 51 Jahre, Bauschlosser.
Krankenblatt-Nr. 950/60, Röntgen-Nr. 988/60

Wegen schwerer Coxarthrose li. wurde typische Hüftarthrodese nach Max Lange durchgeführt. Erstaufnahmen zeigen regelrechte Gelenkverhältnisse re., li. schwerste Hüftgelenksdestruktion, wobei der Gelenkspalt nicht mehr zu erkennen ist. Subchondral bis in das Kopfzentrum reichend erbsgroße Degenerationscysten. Im Bereich der Druckaufnahmezonen des Pfannendaches korrespondierende Cystenbildung. Abplattung des Kopfes im Bereich des cranialen Quadranten. An der Kopfcircumferenz cranial und caudal lippenförmige osteophytäre Gebilde. Auflockerung der gesamten Spongiosastruktur im Bereich des coxalen Femurendes. Gegenüber re. auch eindeutige Verschmälerung des Femurschaftes. Leichte Adduktionsstellung.
Nach einer Gesamtgipsdauer von 16 Wochen röntgenologisch guter knöcherner Durchbau und minimale Verbiegung des Nagels.

9 Monate p.op. trat der Patient beim Herabsteigen einer Treppe zu heftig auf und zog sich eine subtrochantere Femurfraktur im Bereich der Nageleinschlagstelle zu.
Nach Gipsdauer von 32 Wochen guter Durchbau der Frakturstelle.

Jetzt, 3 1/2 Jahre p.op.: röntgenologisch guter Durchbau im Kopf-Pfannenbereich. Auch einwandfreie Überbrückung der Frakturstelle. Adduktionsstellung, (s. Abb. 2 a-e)
Patient ist mit dem Ergebnis der Operation mäßig zufrieden, hat starke Schmerzen im gegenseitigen Hüftgelenk und im Bereich der LWS, während die Arthrodese schmerzfrei ist.
Zum Laufen benutzt er einen Stock, hat eine Gehleistung von 1 Stunde.

FALL 3

Abb. 2 a

Abb. 2 b

Abb. 2 d

4) H. H., 45 Jahre, Hausfrau
Krankenblatt-Nr. 1752/54, Röntgen-Nr. 744/54

Wegen Coxarthrose beiderseits, fraglicher tuberkulöser Coxitis, wurde iliofemorale Hüftarthrodese nach Hibbs durchgeführt.
Die Erstaufnahmen zeigen eine Destruktion der Hüftgelenkflächen im Pfannen- und Kopfbereich mit Unregelmäßigkeit und Auflockerung der Struktur. Cystische Einbrüche an der gesamten Kopfcircumferenz. Entwicklung des Prozesses nach dem Pfannenboden zu, so daß bereits ein Bild ähnlich einer Protusio acetabuli resultiert.
Nach einer Gesamtgipsdauer von 25 Wochen Gelenkspalt noch schattenhaft zu erkennen, Span am Trochanter fest knöchern durchgebaut.

1 Jahr und 4 Monate p. op. stürzte die Patientin auf einer mit Schotter belegten Straße, fiel auf die arthrodesierte Seite und zog sich eine subtrochantere Fraktur zu. Einsetzen einer Lane'schen Platte.
Nach einer Gipsdauer von 12 Wochen zeigt sich achsengerechte Stellung der Fraktur mit mittelgradiger Callusbildung.

Jetzt, 8 Jahre p. op.: röntgenologisch zeigt sich ein guter Durchbau der subtrochanteren Fraktur unterhalb des Trochanter minor in der Mitte der ehemaligen Spanentnahmestelle. (s. Abb. 3 a-d)

Patientin ist fast schmerzfrei, sie ist mit dem Ergebnis der Operation sehr zufrieden. Sie benutzt zum Laufen auf der Straße einen Stock, hat eine Gehleistung von einer Stunde.

FALL 4

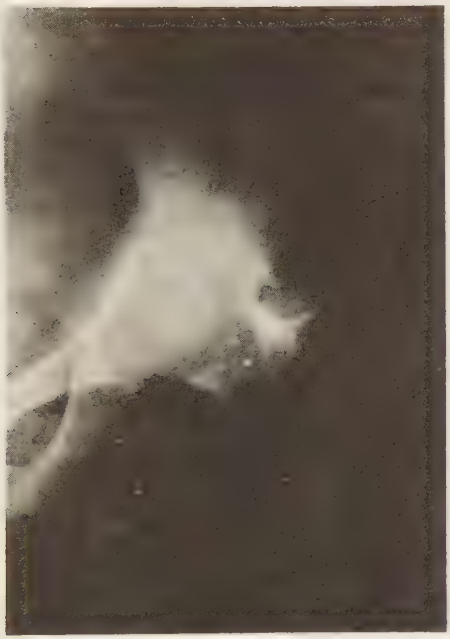

Abb 3a

Abb. 3b

Abb 3c

Abb. 3 d

5) H. Pf., 50 Jahre, Hausfrau
Krankenblatt-Nr. 2735/56, Röntgen-Nr. 340a/57

Wegen Coxarthrose li. wurde typische Hüftarthrodese nach Max Lange durchgeführt.
Die Erstaufnahmen zeigen röntgenologisch re. normale Gelenkverhältnisse. Li. papageienschnabelähnliche Kopfdeformation. Lateralisierung und Cranialisierung im Sinne einer Coxa valga luxans. Cystische Auflockerungen im Kopfbereich. Sklerosierung der Druckaufnahmezonen, Aufhellung des Gelenkspaltes. Adduktionsstellung.
Nach Gesamtgipsdauer von 16 Wochen klinisch und röntgenologisch einwandfreie Festigkeit des Hüftgelenkes.

1 Jahr und 8 Monate p. op. rutschte die Patientin in der Wohnung aus, fiel auf die arthrodesierte Seite und zog sich eine subtrochantere Femurfraktur an der Nageleinschlagstelle mit Aussprengung eines medialen Biegungskeiles li. zu.
Nach Gipsdauer von 16 Wochen guter Durchbau der Fraktur.

Jetzt, 6 1/2 Jahre p. op.: röntgenologisch guter Durchbau der Fraktur, starke Zunahme der Cortikalis, die die Markhöhle stark einengt. Adduktionsstellung. (s. Abb. 4 a-d)

Patientin ist völlig schmerzfrei, sie ist sehr zufrieden mit dem Ergebnis der Operation. Sie benutzt beim Laufen einen Stock, Gehleistung 2 Stunden.

Abb. 14 a

Abb. 14 b

Abb 14 c

Abb 14 d

6) **E. M., 66 Jahre, Rentnerin**
Krankenblatt-Nr. 662/55, Röntgen-Nr. 561/55

Wegen Coxarthrose li. wurde typische Hüftarthrodese nach Max Lange durchgeführt.
Die Erstaufnahmen zeigen doppelseitige Hüftdysplasie mit Pfannensklerosierung re. ohne Kopfveränderungen. Lateralisierung und Abplattung des cranialen Kopfsegmentes mit zahlreichen Cystenbildungen. Starke Verschmälerung des Hüftgelenkspaltes re.
Nach Gesamtgipsdauer von 21 Wochen guter knöcherner Durchbau des Gelenkspaltes.

1 Jahr p. op. rutschte die Patientin auf einer ungepflasterten Straße aus, fiel auf die arthrodesierte Seite und zog sich eine pertrochantere Femurfraktur an der Nageleinschlagstelle zu. Laschennagelung.
Nach Gipsdauer von 12 Wochen beginnender knöcherner Durchbau. Femur ist um Halbschaftbreite nach medial verschoben.

Patientin ist 6 Jahre p. op. verstorben, daher konnte keine Nachuntersuchung durchgeführt werden.

7) E. B., 52 Jahre, Hausfrau
Krankenblatt-Nr. 2250/54, Röntgen-Nr. 122/55

Wegen schwerer Coxarthrose wurde typische Hüftarthrodese nach Max Lange durchgeführt.
Die Erstaufnahmen zeigen eine doppelseitige Hüftdysplasie mit Erhaltenbleiben der Gelenkverhältnisse auf der li. Seite. Gelenkspalt ist im Pfannendachbereich und im cranialen Kopfquadranten aufgehoben. Gelenkfläche ist inkongruent. Sowohl im Pfannen- als auch Kopfbereich befinden sich zahlreiche degenerative Cystenbildungen neben Sklerosierungsbezirken. Am Pfannenerker arthrotische Ausziehungen. Da der eingepflanzte Knochen sklerosiert, der Gelenkspalt unscharf begrenzt war und sich Resorptionszonen zeigten, wurde nach 6 Jahren eine nochmalige Arthrodesierung der re. Hüfte durchgeführt.
Nach Gesamtgipsdauer von 21 Wochen zeigte sich röntgenologisch ein guter knöcherner Durchbau.

1 Jahr und 3 Monate p. op. glitt die Patientin aus und stürzte auf die arthrodesierte Seite. Sie zog sich eine subtrochantere Femurfraktur an der Nageleinschlagstelle zu. Die operative Versorgung erfolgte mit einer Danier' schen Platte.

Jetzt, 2 Jahre p. op.: röntgenologisch einwandfreier Durchbau im Pfannen- und Kopfbereich des Hüftgelenkes und der Fraktur. Gelenkspalt li. ist gegenüber der Erstaufnahme geringfügig schmäler geworden. Keine Arthrosezeichen zu erkennen. Patientin ist schmerzfrei, ist sehr zufrieden mit dem Operationsergebnis. Sie benutzt zum Laufen einen Stock, hat eine Gehleistung von 1 Stunde.

(s. Abb. 5 a-d)

FALL 7

Abb. 15a

Abb. 15 b

Abb. 3

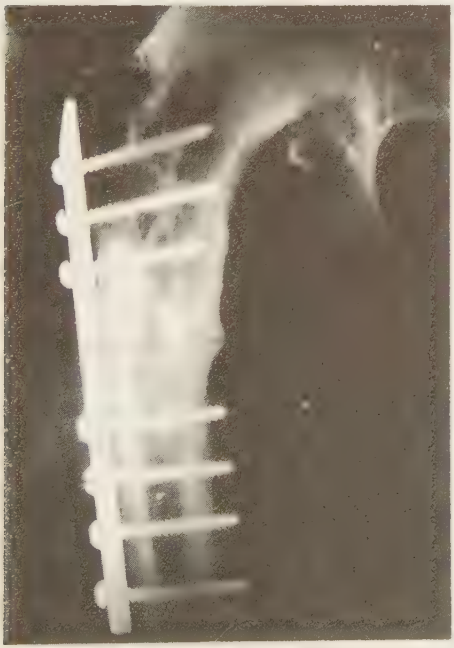

Abb. 4

8) A. K., 52 Jahre, Krankenschwester
Krankenblatt-Nr. 2203a/59, Röntgen-Nr. 729/59

Wegen einer schweren Coxarthrose re. wurde eine parartikuläre Spanung des re. Hüftgelenkes durchgeführt.
Die Erstaufnahmen zeigen am cranialen Kopfquadranten eine partielle Kopfnekrose mit Einsinken des nekrotischen Bezirkes.
Nach einer Gipsdauer von 22 Wochen zeigte sich ein guter Durchbau des Gelenkspaltes.

6 Monate p. op. ist die Patientin beim Heruntergehen einer Treppe fehlgetreten und gestürzt.
Sie zog sich eine subtrochantere Femurfraktur an der Nageleinschlagstelle zu.
Nach einer Gesamtgipsdauer von wiederum 22 Wochen zeigte sich röntgenologisch ein guter Durchbau der Fraktur mit einer Lateralverschiebung um Cortikalisbreite und Verkürzung.

Jetzt, 4 1/2 Jahre p. op.: röntgenologisch massiver Durchbau des Gelenkspaltes und der Fraktur. Verschmälerung des Gelenkspaltes auf der Gegenseite. Die auf der zwei Jahre zurückliegenden Röntgenaufnahme deutlich sichtbare Verbreiterung der Cortikalis li. ist nicht mehr erkennbar. Es zeigt sich jetzt eine Verbreiterung der Cortikalis des re. Femur, so daß man darauf schließen kann, daß das arthrodesierte Bein das Standbein ist, was die Patientin auch bestätigt.

Patientin ist mit dem Ergebnis der Operation zufrieden, obgleich jetzt stärkere Schmerzen in der gegenseitigen Hüfte aufgetreten sind. Sie läuft in der Wohnung ohne Stock und hat eine Gehleistung von 1 1/2 Stunden.

9) W. M., 58 Jahre, Dreher
Krankenblatt-Nr. 276/55, Röntgen-Nr. 370/55

Wegen schwerer Coxarthrose li. wurde Hüftarthrodese mit Spreiznagel durchgeführt.
Die Erstaufnahmen zeigen eine deutliche Gelenkspaltverschmälerung li., Pfannendachsklerosierung und Pfannenrandapposition. Cystische Bildungen im Bereich des Schenkelkopfes und im Bereich der Pfanne.
Nach einer Gesamtgipsdauer von 16 Wochen zeigt sich röntgenologisch ein guter Durchbau der Arthrodese. (s. Abb. 6 a-c)

Jetzt, 1 Jahr und 10 Monate p. op. rutschte der Patient auf einem Läufer aus und stürzte auf die arthrodesierte Seite. Subtrochantere Femurfraktur an der Nageleinschlagstelle. Gipsversorgung.

Abb. 6 a

Abb. 6 b

10) G. B., 60 Jahre, Rentnerin
Krankenblatt-Nr. 1351/63, Röntgen-Nr. 759/63

Wegen primär chronischer Polyarthritis re. mit multiplen Kontrakturen wurde typische Hüftarthrodese nach Max Lange durchgeführt. Die Erstaufnahmen zeigen eine Coxarthrose des re. Hüftgelenkes mit multiplen Cystenbildungen bes. im Kopfbereich. Es besteht eine Coxa valga luxans.

8 Monate p. op. trat spontan eine subtrochantere Femurfraktur re. an der Nageleinschlagstelle auf. In auswärtiger Klinik wurde der Dreilamellennagel entfernt und eine Küntschernagelung des re. Femurs durchgeführt.

Das Röntgenbild zeigt 5 Monate nach der Spontanfraktur eine deutliche Atrophie im re. proximalen Femuranteil. Die Arthrodese ist knöchern durchgebaut, ein Gelenkspalt ist nicht mehr zu erkennen. Subtrochanter findet sich eine querverlaufende Frakturlinie mit mäßiger Callusbildung, Frakturspalt ist deutlich erkennbar. Es hat sich eine Femur-Pseudarthrose re. ausgebildet. (s. Abb. 7 a-d)

Zur absoluten Ruhigstellung wurde eine AO-Winkelplatte angelegt.

FALL 10

Abb 7 a

Abb. 7 b

Abb 7 c

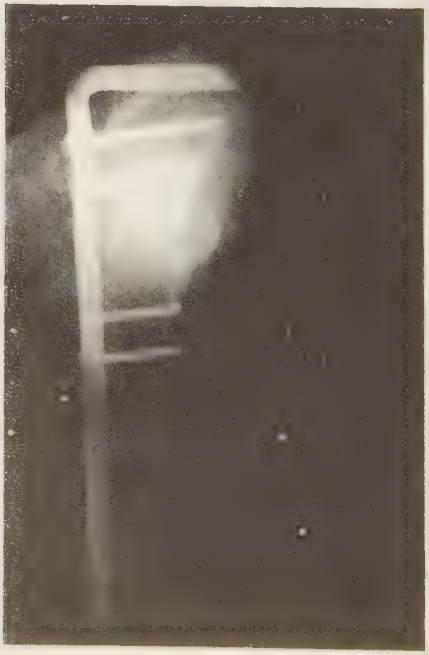

Abb 7 d

11) M. K., 59 Jahre, Hausfrau
Krankenblatt-Nr. 1369/60, Röntgen-Nr. 659/60

Wegen Protrusio acetabuli beiderseits mit eingemauerten Hüftgelenken und starken Adduktionsbeugekontrakturen wurde typische Hüftarthrodese li. nach Max Lange durchgeführt.
Die Erstaufnahmen zeigen Protrusio acetabuli bds. Die Hüftköpfe sind beiderseits in die Hüftpfanne eingemauert bei erheblich arthrotischen Veränderungen (Aufhebung des Gelenkspaltes, Sklerosierung der korrespondierenden Gelenkanteile).
Nach einer Gesamtgipsdauer von 13 Wochen stellt sich röntgenologisch ein guter knöcherner Durchbau dar.

5 Monate p. op. stürzte die Patientin beim Verlassen der Badewanne und zog sich einen Oberschenkelschaftbruch li. an der Nageleinschlagstelle mit Dislokation zu.

15 Monate p. op. rutschte die Patientin beim Treppensteigen aus, wobei sie sich eine laterale Schenkelhalsfraktur re. zuzog.
2 Monate später zeigte die Röntgenaufnahme eine deutliche Defektbildung zwischen Femurkopf und Trochantermassiv, es ist eine 1,5 - 2 cm breite Pseudarthrose zur Ausbildung gekommen. (s. Abb. 8 a-e)

Es wurde jetzt eine Totalendoprothese nach CHARNLEY zum Ersatz des re. Hüftgelenkes eingesetzt.

FALL 11

Abb. 8 a

Abb 8 b

Abb. 8 c

Abb. 8 d

Abb. 8 e

Die statischen Verhältnisse am Hüftgelenk

Kräfte, die auf das Hüftgelenk wirken

Dem Hüftgelenk kommt als wichtigste Aufgabe die Stützung des Oberkörpers zu, erst in zweiter Linie kommt die Bewegung in Betracht.

Zur Analysierung der Kräfte, die auf das Hüftgelenk einwirken, wird dieses mit einem zweiarmigen Hebel verglichen.

Beim symmetrischen Stand auf beiden Beinen liegt die Last über der Mitte des Beckens und wird auf die beiden Beine gleichmäßig verteilt.
Stellt man sich dieses Becken als Balken vor, so wird jeweils die Hälfte der Last auf eine Säule übertragen.
Als Kraft wirkt lediglich die Druckkraft auf jede einzelne Säule.
Am menschlichen Körper stellen sich jedoch viel kompliziertere Zusammenhänge dar.

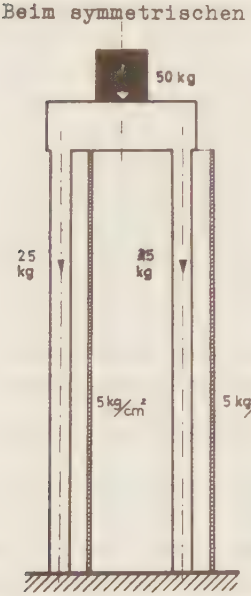

Abb. 9 nach Pauwels

PAUWELS hat uns mit entsprechenden Untersuchungen einen Einblick in die statischen Verhältnisse der unteren Extremität gegeben. Er hat deren Gelenke und die Stellung des Femur zum Becken auf ein Modell übertragen und an Hand von Messungen und Berechnungen die Kräfte, die auf die verschiedenen Zonen des Femurs einwirken analysiert und bestimmt.

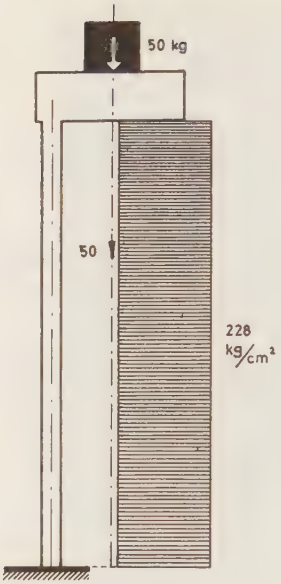

Abb. 10
nach Pauwels

Wird eine Säule bei dem oben beschriebenen Beispiel fortgenommen (wie es dem einbeinigen Stand entspricht), so hat die noch verbliebene Säule, die jetzt exzentrisch belastet wird, nicht nur die gesamte Last zu tragen; sie wird zusätzlich auch noch auf Biegung beansprucht. (Biegung = Verformung eines Körpers durch eine exzentrische von außen einwirkende Kraft).
Eine exzentrisch gelegene Last wirkt einerseit rein drückend andererseits biegend auf die Säule. Es wird das Material der Säule auf der einen Seite gestaucht, auf der anderen Seite gedehnt.

So entstehen in der einen Hälfte des Querschnittes Druckspannungen, in der anderen Hälfte Zugspannungen.

Es gibt zwei Möglichkeiten, die Biegung auszuschalten:

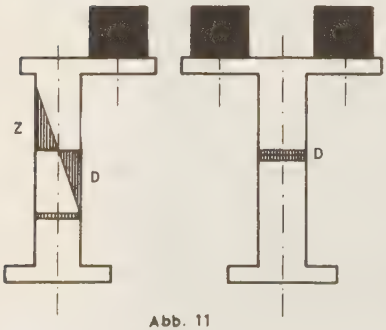

Abb. 11
nach Pauwels

1) Auf die Gegenseite wird eine zweite Last auf den Querbalken aufgelegt. Die versucht, die Säule nach der entgegengesetzten Seite auszubiegen, wodurch die durch die erste Last bedingte Biegung aufgehoben wird.
Biegung kann durch Gegenbiegung verkleinert bzw. aufgehoben werden.

2) Es wird ein Zugdraht angebracht, der an Stelle des Gegengewichtes mit der gleichen Kraft nach abwärts zieht:

Als nächstes führte PAUWELS am oberen Säulenende ein Gelenk ein. Um die entsprechende Festigkeit der Säule zu erhalten, mußte er einen Kettenzug anbringen, der den Abduktoren entspricht. Eine Abwinklung an der Ansatzstelle der Kette gibt die Voraussetzung, einen möglichst großen Hebelarm bei kleinem Aufwand zu erhalten. Durch die Einschaltung eines Gelenkes wirken jetzt zwei Kräfte auf den Schenkelhals, nämlich die Last und der Kettenzug. Für die Beanspruchung (Beanspruchung = Spannungszustand, der durch äußere Kräfte in einem Körper hervorgerufen wird) des oberen Säulenendes ist die Resultierende aus beiden Kräften maßgebend, deren Größe aus der geometrischen Summe der beiden Einzelkräfte gebildet wird. Da diese jedoch unter einem viel kleineren Hebelarm als die Last allein einwirkt, ist auch ihre biegende Wirkung kleiner, obgleich die Druckkraft erhöht ist.

Nach Einfügung des in der Säulenmitte befindlichen Scharniergelenkes muß, um die Tragfähigkeit der Säule zu erhalten, an der linken Seite des Gelenkes ein Kettenzug angebracht werden, der als Zuggurtung wirkt, und die biegende Wirkung der Last am Gelenk aufhebt. Um nun auch noch die hohe Last, die auf dem oberen Säulenende liegt herabzusetzen, wird ein weiterer Kettenzug angebracht (Tractus iliotibialis).

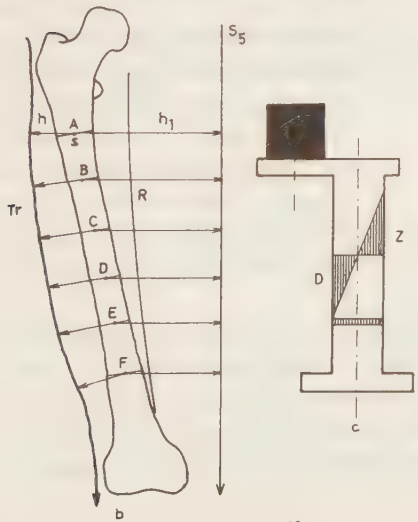

Abb. 12
nach Pauwels

Eine Ausladung am oberen Ende der Säule (Trochanter major) vergrößert den Hebelarm unter welchem die Kette auf die Säule biegend wirkt.

Wenn der Tractus iliotibialis gespannt wird, ruft er als Zuggurtung Gegenbiegung hervor, da er in der gleichen Weise auf den Femurschaft wirkt wie das Gewicht auf die oben abgebildete Säule.

Schließlich wird auch noch am unteren Säulenende das letzte Gelenk eingefügt. Damit die Säule jetzt nicht umkippt, muß sie nach medial geneigt werden bis die Wirkungslinie der Last durch den Drehpunkt dieses Gelenkes läuft. Durch die Neigung der Säule wird der Hebelarm, unter welchem die Last auf die Säule biegend einwirkt nach unten zu immer kürzer, so daß also auch die Beanspruchung der Säule durch die Neigung immer kleiner wird.

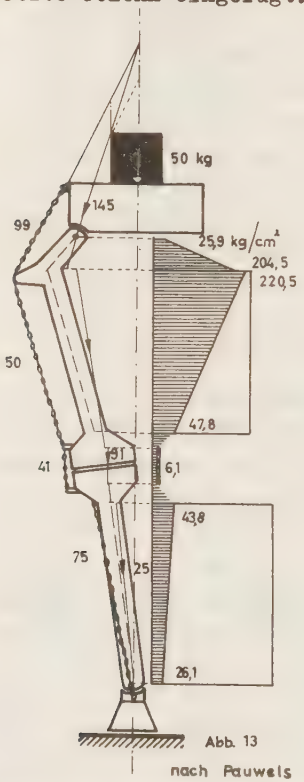

Abb. 13
nach Pauwels

An Hand dieser Untersuchungen konnte PAUWELS zeigen, daß die größte Beanspruchung für den Femur die Biegebeanspruchung darstellt, da die Körperschwere stets exzentrisch zur Knochenachse liegt.

Durch die Muskeln und Bänder werden zwar die Druckkräfte, die auf den Femur wirken erheblich erhöht. Da diese jedoch als Zuggurtung wirken und daher die Biegebeanspruchung, die durch die Körperschwere bedingt ist, herabsetzen, wird die Beanspruchung des Femurs erheblich verkleinert.

Beim Laufen suchen Gewicht des Oberkörpers und Schwungbein gemeinsam das Becken zur Standbeinseite hin nach unten zu drücken. Diesem Drehmoment (Drehmoment = Produkt aus Länge des Hebelarmes und Gewicht der Last, also der angreifenden Kraft) der Körperschwere wirken die Hüftabduktoren der Standbeinseite entgegen.
Da unter normalen Verhältnissen der Hebelarm der Körperschwere 3x so lang ist wie der Hebelarm der Abduktoren, so muß zur Aufrechterhaltung der Gleichgewichtes die Muskelkraft 3x so groß sein wie das Körpergewicht.

Wie in den Versuchen von PAUWELS bewiesen, liegt die aus Körpergewicht und Muskelkräften resultierende Druckkraft außerhalb des Femurs mit Ausnahme der Gelenkzentren, so daß also der Röhrenknochen physiologisch stark auf Biegung beansprucht wird . Diese Resultierende ist verantwortlich zu machen für die Architektur der Spongiosa. Zug- und Druckspannungen, die durch das Zug- und Druckbündel verkörpert sind, kommen im Innern zur Auswirkung. Die Spongiosazüge sind spannungstrajektoriell ausgerichte. PAUWELS war es, der erstmalig darauf hinwies, daß der trajektorielle Bau der Spongiosaarchitektur durch die Überlagerung der Biegebeanspruchung durch die Schubbeanspruchung bedingt ist.

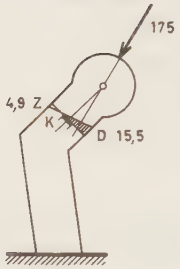

Abb. 14

Abb. 15

nach Pauwels

Beanspruchung bei frei beweglichem Hüftgelenk.
Die Adduktoren wirken als Zuggurtung.
Das Spannungsdiagramm zeigt, daß die Beanspruchung des Schenkelhalses auf der Druckseite gering herabgesetzt und auf der Zugseite stark herabgesetzt ist.
Die Spannungen sind auf der Druckseite etwa 3mal so groß wie auf der Zugseite.
Das Röntgenbild zeigt die sich im Schenkelkopf kreuzenden Druck- und Zugbälkchenbündel der Spongiosa.

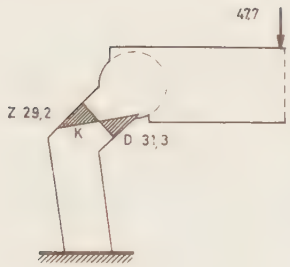

Abb. 16

Abb. 17

nach Pauwels

Beanspruchung bei ankylotischem Hüftgelenk. Das Diagramm zeigt, daß im Gegensatz zum frei beweglichen Hüftgelenk bei wesentlich geringerer beanspruchenden Kraft die Spannungen auf der Druckseite doppelt so groß, auf der Zugseite etwa 6mal so groß geworden sind. Beide besitzen jetzt annähernd gleiche Größe. Das Röntgenbild zeigt eine Verdichtung des Zugbündels der Spongiosa und gleichzeitige Aufhellung im Trochanter major.

Der Knochen ist in seiner Struktur so gebaut, daß er von sich aus einen genügenden Verformungswiderstand gegen Biegung entwickelt, und zwar durch die Zusammenlagerung vieler Osteone. Die Druckzone des einen Osteons wird durch die Zugzone des benachbarten Osteons gesichert, besonders dann, wenn noch eine Faserverbindung zwischen beiden vorhanden ist.

Die Biegebeanspruchung des Femurs wird stark herabgesetzt durch das auf seiner lateralen Seite liegende Sehnenband des Tractus iliotibialis. Wird der Tractus angespannt, so ruft er als Zuggurtung eine Gegenbiegung hervor.
Er wird immer dann gespannt, wenn der Femur des Standbeines das Körpergewicht übernimmt, da die Spannung durch die gleichen Muskeln erfolgt, die auch das Becken in der Standbeinperiode halten.
In seiner Wirkung wird er noch verstärkt durch die Kontraktion des M. vastus lateralis, da dieser bei der Kontraktion eine Durchmesservergrößerung erfährt und dadurch der Tractus iliotibialis weiter vom Femurschaft entfernt wird, wodurch der Hebelarm mit dem er auf den Femur wirkt vergrößert wird.

Wie sehen nun die Verhältnisse beim Hüftarthrodesierten aus?

Die Resektion der Glutäalmuskulatur und die Abmeißelung des Trochanter major schaffen völlig andere Bedingungen, die primär die Muskulatur und sekundär die Knochenstruktur betreffen.

Die Ausschaltung der Abduktoren führt zu einem Überwiegen der Adduktoren, die meist schon vor der Operation infolge der Schmerzen einen reflektorischen Hypertonus aufweisen. Hieraus resultiert häufig eine Adduktionsstellung des Beines.

Von sehr großer Bedeutung ist die Annäherung, die der Tractus ilictibialis an den Femurknochen, infolge des Fehlens des großen Rollhügels erfährt. Der Hebelarm mit dem der Tractus auf den Femur wirkt, wird verkürzt, somit erfährt die unter normalen physiologischen Verhältnissen bestehende Zuggurtung eine Verringerung, und damit die durch die Last des Oberkörpers auf den Femur wirkende Biegung eine Erhöhung. Die Beanspruchung des Knochens wächst, und da die auf den Femur wirkende Resultierende einen anderen Verlauf nimmt, infolge der veränderten Muskel- und Stellungsverhältnisse, nehmen auch die Zug- und Druckkräfte einen anderen Verlauf. Es kommt also zu einem trajektoriellen Umbau im Gebiet des Oberschenkelkopfes und oberen Femurendes. (s. Abb. 16 + 17) Dieser Umbau erfolgt allmählich, so daß erst nach einer gewissen Zeit die den neuen statischen Verhältnissen entsprechenden Spannungslinien voll ausgebildet sind.

Stand und Standbeinphase beim Gesunden

Es tritt nun die Frage auf, in welcher Weise der Femur beim Laufen und beim Stehen unter physiologischen Verhältnissen belastet wird.

Beim symmetrischen Stand auf beiden Beinen ist die Richtung des auf den Oberschenkelkopf wirkenden Druckes vertikal und seine Größe beträgt etwa für jeden Oberschenkelkopf ein Drittel des Körpergewichtes. Das zweibeinige Stehen widerspricht aber, wie SCHEDE sagt, den Lebensgewohnheiten. Es ist nicht physiologisch Der Mensch belastet einmal das eine und einmal das andere Bein.

Um nun einen einbeinigen Stand im Gleichgewicht zu erreichen, sind dem Menschen zwei Möglichkeiten gegeben.

1) Das Stehen mit positivem Trendelenburg, so wie es beim einbeinigen Stand (Dauerstan) gehandhabt wird. (Es besteht eine passive Sicherung durch die Hüftgelenksbänder.)
Wird das Bein belastet, so senkt sich das Becken nach der Spielbeinseite und erfährt eine Lateralverschiebung nach der Standbeinseite. Das belastete Hüftgelenk kommt in eine vermehrte Adduktionsstellung, die Wirbelsäule krümmt sich konvex zum Spielbein. Der Oberschenkekopf steht im Lot des Schwerpunktes.

2) Das Stehen mit negativem Trendelenburg, so wie es während der Standbeinphase beim Gehen gehandhabt wird (erhebliche Muskelanspannungen).
Bei Belastung des Beines kommt es zur Beckenhebung auf der Spielbeinseite, durch aktive Muskeltätigkeit auf der Standbeinseite. Das Becken erfährt eine Lateralverschiebung nach der Standbeinseite hin, es ist gegenüber dem Standbein abduziert. Die Wirbelsäule krümmt sich konves zum Standbein. Der Oberschenkelkopf steht im Lot der Auftrittsfläche.

Beim Gehen ist das coxale Femurende einer außerordentlich hohen, stoßweise wirkenden Druckbeanspruchung ausgesetzt. Die Druckbeanspruchung steigt. nicht nur bei der Übertragung der Körperlast auf das Standbein an, um dann wieder beim Lösen des Standbeinfußes vom Boden auf Null abzufallen, es weist auch während der Dauer der Standbeinperiode große Schwankungen auf, welche durch die Wirkung der dynamischen Kräfte hervorgerufen werden.

Stand und Standbeinphase beim Hüftarthrodesierten

Wie verhält sich nun der hüftgelenkversteifte Mensch beim Stehen ?

Er kann zweibeinig stehen unter der Voraussetzung, daß die Beine beideegleich lang sind.

Da dies aber nach SCHEDE den Lebensgewohnheiten widerspricht, bevorzugt er den einbeinigen Stand.

E r hat zwei Möglichkeiten, um das arthrodesierte Bein als Standbein beim einbeinigen Stehen zu gebrauchen.

1) Die Verlagerung des Schwerpunktes über die Sohle des Standbeines kann nur noch durch den Rumpf geschehen. Der Oberschenkelkopf steht nicht mehr im Lot über der belasteten Fußsohle.
2) Durch starke Schrägstellung des Beines zum Boden kann die Masse des Beckens zur Standbeinseite gekippt werden, mit gleichzeitiger zwangsläufiger Hebung des Beckens auf die Spielbeinseite. Die Wirbelsäule geht konvex zur arthrodesierten Seite, der Oberschenkelkopf kommt annähernd ins Lot. Es ist aber keine Dauerhaltung, ebensowenig wie die Stellung im negativen Trendelenburg eine Dauerhaltung der mobilen Hüfte ist.

Nach FÜRMAYER wird kein Mensch lange eine dieser Stellungen aushalten. Der Hüftarthrodesierte wird also das nicht arthrodesierte Bein zum Standbein machen, indem er die Haltung im positiven Trendelenburg einnimmt, was ihm ja durch das noch verbliebene bewegliche Hüftgelenk möglich ist.

Die Feststellungen FÜRMAYER's hatten Anlaß gegeben in der hiesigen Klinik eine Nachuntersuchung der Hüftarthrodesierten durchzuführen (D.Hohmann). Dabei zeigte sich, daß etwa 1/3 der Patienten die Mehrbelastung auf das arthrodesierte Bein legte, nur etwa 19 % benutzten das nicht arthrodesierte Bein als Standbein, während in einem Teil der Fälle der beidbeinige Stand bevorzugt wurde.

Bedeutend günstiger liegen die Verhältnisse für den Hüftversteiften beim Gehen.
Zwar muß er auch hier mit dem Rumpf nach der Standbeinseite hin pendeln, aber nicht so weit wie beim Stehen. Denn in der Standbeinphase des Gehens liegt der Teilschwerpunkt (nach O. FISCHER und PAUWELS) etwas weiter auf der Schwungbeinseite als beim Stehen, weil in der Bewegung ein gewisser dynamischer Gleichgewichtszustand zwischen dem freien Kippmoment der Körperschwere und der Massenträgheit vorhanden ist.

Besprechung der Ergebnisse

Auffallend bei der Betrachtung der Frakturen nach einer Hüftarthrodese ist, daß es bei einem überwiegenden Teil der Patienten zu einer stärkeren Adduktionsstellung des arthrodesierten Beines gekommen ist, und daß es sich, bis auf einen Fall, um subtrochantere Frakturen an der Nageleinschlagstelle handelt, die z.T. schon nach relativ geringem Trauma aufgetreten waren.

Diese Feststellung gab zu der Frage Anlaß, warum trat die Fraktur an der Nageleinschlagstelle auf, zum anderen warum kam es in einigen Fällen zur Verbiegung bzw. zum Bruch des Nagels.

Der Einschlag eines verhältnismäßig starken Nagels bedeutet eine Minderung der ursprünglichen Festigkeit der Knochenstruktur. Oft ist es nötig, ein ziemlich großes Loch an der Nageleinschlagstelle zu schaffen, so daß also bereits bei der Operation ein locus minoris resistentiae gesetzt wird.

Bei der Betrachtung der Röntgenbilder erkennt man deutlich den Umbau im trajektoriellen System. Wie bereits erwähnt geht dieser Umbau nur sehr langsam vor sich, so daß also für die Zeit des Umbaus der Knochenarchitektur die nötige Festigkeit fehlt. Der Knochen befindet sich in einer labilen Phase, in der bereits ein geringes Trauma zu einer Fraktur führen kann. In den beschriebenen Fällen trat die Fraktur 5 - 20 Monate nach der Operation ein. Die Arthrodese war vollkommen fest, sie blieb es auch nach dem Sturz. Doch an der Stelle, an der der Knochen noch im Umbau begriffen war und zusätzlich eine Schwächung durch das Einschlagen des Nagels erfahren hatte, kam es zur Fraktur.

Hinzu kommt als schwächendes Moment noch eine allgemeine Knochenatrophie, die durch die Inaktivität, also durch die lange Liegezeit und die Gipsbehandlung bedingt ist.

Aber nicht nur die geringe Stabilität des Knochens darf für die Fraktur angeschuldigt werden. Durch die Wegnahme der Glutäalmuskulatur und die Atrophie der Becken- und Oberschenkelmuskulatur infolge der durch das versteifte Gelenk bedingten Inaktivität, fehlt die Muskulatur, die einem Trauma eine Gegenspannung bieten könnte.

Von entscheidender Wichtigkeit ist jedoch die Verkürzung des Hebelarmes des Tractus iliotibialis mit welchem dieser als Zuggurtung auf den Femur wirkt. Der Hebelarm wurde verkürzt durch die Wegnahme des Trochanter major, wodurch sich der Tractus dem Femur nähert. Diese Tatsache bedeutet, daß er seine Leistung als Zuggurtung nicht mehr wie zuvor ausüben kann, er kann also nicht mehr der Biegung in vollem Maße entgegen wirken. So ist also die Biegebeanspruchung unter der der arthrodesierte Femur steht größer geworden. Die Röntgenbilder ließen dies deutlich werden durch eine z.T. stark zunehmende Verdickung der Cortikalis des Femurs.

Zusammenfassend kann man also folgende Veränderungen nach einer Hüftarthrodese feststellen:

1) Kurzer Hebelarm des Tractus iliotibialis
2) allgemeine Muskelatrophie
3) Veränderungen des trajektoriellen Systems
4) Knochenatrophie
5) Locus minoris resistentiae an der Nageleinschlagstelle.

Diese Faktoren zeigen deutlich, daß bei einem arthrodesierten Hüftgelenk die Möglichkeit einer Fraktur eher besteht als bei einem normalen Gelenk. Es ist damit aber nicht gesagt, daß ein Trauma unbedingt eine Fraktur in diesem Bereich zur Folge haben muß.

Andererseits kann man sehen, daß es ohne jede von außen einwirkende Schädigung, lediglich durch die Belastung in 12 Fällen zu Nagelbrüchen und in 4 Fällen zu Nagelverbiegungen kam.

Als Hauptursache für die Veränderungen am Nagel ist die Tatsache des Fehlens der Abduktoren zu sehen.

Die Adduktoren führen, da ihr Antagonist ausgefallen ist, leicht zu einer Adduktion des Beines. Solange sich der Femur noch in der labilen Phase befindet, also noch im Umbau seiner Knochenstruktur, können die adduzierenden Kräfte so auf den Nagel einwirken, daß es zur Verbiegung desselben kommt. Geht der Knochen in die stabile Phase über, so hat der Nagel nicht mehr die Möglichkeit den auf ihn einwirkenden Kräften eine Verformung entgegenzusetzen, es kommt zum Bruch des Nagels, wenn die Kräfte entsprechend groß sind.
Wie die Betrachtung der Röntgenbilder ergab, zeigt sich bei fast allen Nagelveränderungen, daß immer eine verstärkte Adduktion des Beines besteht. Ferner fiel auf, daß die Nagelbrüche sowohl in der Mitte des Schenkelhalses als auch in unmittelbarer Nähe des ankylosierten Gelenkes auftraten. Also an den Stellen, wo hauptsächlich der Umbau des trajektoriellen Systems erfolgte.

Auch MERL D'AUBIGNE berichtet, daß er in seiner Klinik nach tadellosen Arthrodesen bei einem geringen Trauma subtrochantere Frakturen an der Nageleinschlagstelle auftreten sah. (Bei 40 Arthrodesen kam es zu 5 Frakturen).

Um den Faktoren aus dem Weg zu gehen, die sowohl einer Nagelverbiegung, bzw. einem Nagelbruch oder einer subtrochanteren Femurfraktur, die Möglichkeit geben, sich relativ leicht einzustellen, führt MAURICE MÜLLER gleichzeitig mit der Arthrodese eine Unterstellungsosteotomie durch. Hierbei ist von entscheidender Wichtigkeit, daß mit dem Medialwärtsrücken des Femurschaftes der Hebelarm mit dem der Tractus iliotibialis auf ihn wirkt, erheblich verlängert wird, was eine Zunahme der Zuggurtung bedeutet. Der so osteotomierte Femur steht unter einer sehr viel geringeren Biegebeanspruchung als der nicht osteotomierte.

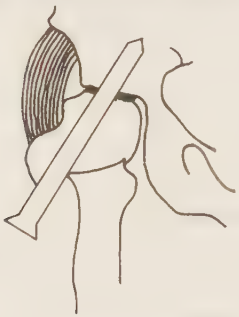

Abb.18

Er hat eine erhebliche Entlastung erfahren. Wie aus der Abbildung ersichtlich ist, spielt die Einschlagstelle des Nagels und der an dieser Stelle gesetzte Defekt keine Rolle mehr, da dieses Gebiet des Femurs keine statischen Aufgaben mehr zu erfüllen hat. Es wird keiner großen Beanspruchung mehr ausgesetzt, da die Last des Körpers jetzt lediglich auf dem Femurschaft ruht.

So empfiehlt MÜLLER die Kombination der intratrochanteren Verriegelungsarthrodese mit der intertrochanteren Osteotomie. Er selbst hat nach dieser Methode keine Frakturen an der Nageleinschlagstelle auftreten sehen und die Zahl der Nagelverbiegungen und Nagelbrüche ist auch geringer als nach der üblichen Verriegelungsarthrodese, bei der sich doch häufig solche Komplikationen einstellen.

Seit 1962 wurden in der hiesigen Klinik 13 Hüftarthrodesen durchgeführt mit gleichseitiger Unterstellungsosteotomie nach MAC MURRAY.

Die Ergebnisse dieser Operationsmethode sind als sehr positiv anzusehen, so daß in der Klinik heute fast ausschließlich diese Methode zur Anwendung kommt. (s. Abb. 19. a-b)

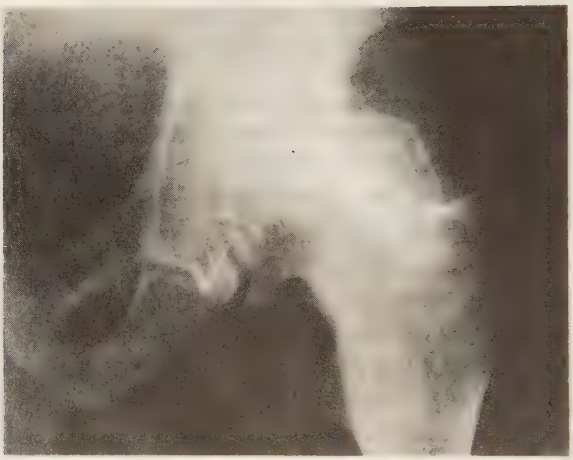

Abb 19 a

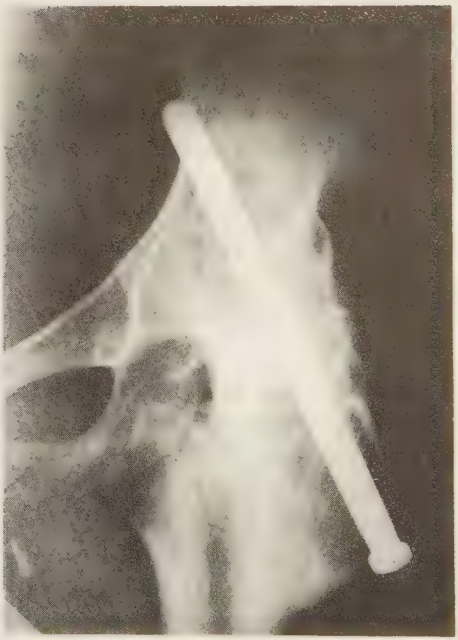

Abb 19 b

Zusammenfassung

Es wurden 10 Patienten, von denen 9 eine subtrochantere Fraktur an der Nageleinschlagstelle und 1 Patientin eine mediale Schenkelhalsfraktur, nach einer Hüftarthrodese erlitten hatten, nachuntersucht. Ferner wurden die Röntgenbilder ausgewertet von 4 Patienten bei denen eine Nagelverbiegung aufgetreten war und von 12 Patienten, bei denen es zum Nagelbruch nach einer Hüftarthrodese gekommen war. Dabei trat die Frage auf, ob ein operativ versteiftes Hüftgelenk eine Prädestination für eine Fraktur der gleichseitigen Femurseite darstellt, und warum es zur Verformung des Nagels kommen kann.

Um diese Frage zu klären wurden die normalen statischen Verhältnisse am Hüftgelenk und Femur dargelegt, der Stand und der Gang des Menschen und die dabei auftretenden Kräfte erläutert. Daran anschliessend wurden die veränderten Verhältnisse beim Hüftarthrodesierten aufgezeigt. An Hand der durchgeführten Untersuchungen zeigte sich, daß die zuvor erläuterten theoretischen Überlegungen in der Praxis zutreffen.

Man kann sagen, daß die durch die Arthrodese bedingten Veränderungen der Beanspruchung des Femurs eine gewisse Prädestination für eine Fraktur darstellen.

Diese ist gegeben durch folgende Faktoren:

1) Kurzer Hebelarm des Tractus iliotibialis
2) allgemeine Muskelatrophie
3) Veränderungen des Trajektorensystemes
4) Knochenatrophie
5) Locus minoris resistentiae an der Nageleinschlagstelle.

Auch für die Verbiegungen, bzw. für den Bruch eines Nagels sind bestimmte Faktoren anzuschuldigen, wie zunehmende Adduktion des Beines und Umbau der Spongiosaarchitektur.

Erwähnt wurde die Empfehlung von M. MÜLLER, der eine kombinierte intraartikuläre Arthrodese mit einer Unterstellungsosteotomie vorschlägt, um einige Faktoren wie Verkürzung des Hebelarmes des Traktus iliotibialis, den licus minoris resistentiae an der Nageleinschlagstelle und die Adduktionsneigung auszuschalten.

Die Zahl der nach einer Hüftarthrodese aufgetretenen Frakturen, bei A.N. WITT von 210 Arthrodesen 11 Frakturen, Bei D'AUBIGNE von 40 Arthrodesen 5 Frakturen, gaben den Anlaß, daß in der hiesigen Klinik heute überwiegend Hüftarthrodesen mit Unterstellungsosteotomie durchgeführt werden.

- - - - - - - -

Schrifttumsverzeichnis

Albert, E.: Doppelspan-Arthrodese nach operativ vorbehandelter Hüftgelenksarthrodese.
Z. Orthop. 91, 533-537 (1959)

D'Aubigné R.M. et Chabrol, J.: Les arthrodeses de la hanche par enclounage. Resultats, Indications, Techniques.
Rev. de Chir. 71, 293-326 (1952)

Axer, A.: Compressions arthrodesis of the hip joint. A preliminary report.
J. Bone Jt. Surg. 43-A, 492-504 (1961)

Baron, A.: Operative extraartikuläre Versteifung des Hüftgelenkes.
Zbl. Chir. 48, 1047-1050 (1921)

Bazant, B.
Popelka, S.
Hadraba, J.
Chodera, J.: Schenkelbeinbrüche im Hüftgelenk nach Arthrodese.
Sonderdruck Zeitschr. f. Orthop. u. Grenzgebiete 99, Heft 3, 322-328 (1964)

Berneaga, A.: Unsere Technik der ischiofemoralen Hüftarthrodese.
Z. Orthop. 89, 481-484 (1958)

Brittain, H.A.: Ischio-femoral arthrodesis
Britisch J. Surg. 29, 93-104 (1941)

Chapchal, G.: Die Arthrodese des Hüftgelenkes bei der Behandlung der schweren Arthrosis deformans.
Arch. orthop. Unfall-Chir. 41, 244-255 (1942)

- Orthopädische Chirurgie und Traumatologie der Hüfte.
Enke, Stuttgart 1965

Cholmeley, J.A. and Nangle, E.J.: Ischio-femoral arthrodesis by the posterior approach.
J. Bone Surg. 33-B, 365-375 (1951)

Ehalt, W.: Arthroplatiken und Arthrodesen.
Wien. med. Wschr. 1o1. Jahrg., 354-355 (1951)

- Sofort-,Früh- und Spätarthroden.
Langenbecks Arch. klin. Chir. 276, 334-336 (1953)

- Zur Hüftarthrodese.
Wien. med. Wschr. 150. Jahrg., 28-30 (1955)

- Die Vorteile der operativ.Versteifung der Hüfte mit dem Dreilamellennagel.
Wien. klin. Wschr. 66. Jahrg., 658-659 (1954)

Exner, G.: Erfahrungen mit der ischio-femoralen Hüftgelenksversteifung.
Verh. Dtsch. Orthop. Gesellsch., Kong. 39, 307-309 (1952)

Frund, R. und Kutscher, K.: Die offene ischio-femorale Arthrodese bei der Behandlung der Coxitis tuberkulosa.
Z. Orthop. 86, 433-446 (1955)

Fürmaier, A.: Überlegungen zur Statik des arthrodesierten Hüftgelenkes.
Arch. orthop. Unf.-Chir. 51, 28 - 36 (1959)

Gelbke, H.: Tierversuche zum Problem des intraartikulären Knochenspanschwundes bei transarticulären Bolzungsarthrodesen.
Arch. orthop. Unfall-Chir. 46, 159-177 (1953)

Glogowski, G.: Die Leistungsfähigkeit der iliofemoralen und ischio-femoralen extraartikulären Hüftarthrodese.
Z. Orthop. 87, 541-550 (1956)

Haas, J.: Die Arthrodese des Hüftgelenkes bei tuberkulöser Coxitis.
Bruns' Beitr. klin. Chir. 152, 505-509 (1931)

Hackenbroch, M.: Zur Frage der operativen Behandlung des formal-funktionellen defekten Hüftgelenkes.
Z. Orthop. 92, 610-622 (1960)

- Die Arthrosis deformans des Hüftgelenkes.
Verh. dtsch. Ges. Orthop. 44. Kongr. 1956, Beiheft Z. Orthop. 88, 28-59 (1957)

Hoffmann-Kuhnt: Die operative Hüftverriegelung bei chron. Erkrankungen des Hüftgelenkes.
Verh. Dtsch. Orthop. Ges. 36, 202-209 (1948)

Hohmann, D.: Untersuchungen zur Frage des Standbeines beim Hüftarthrodesierten.
Arch. orthop. Unfall-Chir. 54, 153-158 (1962)

Hohmann, G.: Zur konservativen und operativen Behandlung der Coxarthrose.
Dtsch. med. Wschr. 84, 336-338, 345-346, 354-356 (1959)

- Das kranke Hüftgelenk.
Med. Wschr. 4, 241 (1949)

- Der Stand der Behandlung der Arthrosis deformans.
Arch. orthop. Unfall-Chir. 45, 26-38 (1952)

Huggler, A.: Die Hüftarthrodese nach Charnley.
Arch. orthop. Unfall-Chir. 52, 366-378 (1960)

Jantzen, P.M.: Die Verletzungen des Hüftgelenkes und ihre Behandlung unter besonderer Berücksichtigung der Spätfolgen.
Z. Orthop. 90, 55-78 (1958)

Klopfer: Aussprache nach dem Vortrag über "Die operative Hüftverriegelung bei chron. Gelenkerkrankungen" von Hoffmann-Kuhnt.
Verh. Dtsch. Orthop. Ges. 36. Kongr.1947, 78, 214-215 (1948)

Knese, K.H.: Knochenstruktur als Verbundbau. Versuch einer techn. Deutung der Materialstruktur des Knochens.
Georg Thieme, Stuttg. 1958, 30-31 -Verlag

- Die Statik der oberen Extremitat.
Acta Anat. (Basel), 26, 20-61 (1956)

Küntscher, G.: Die Technik der geschlossenen Hüftarthrodese.
Chirurg 24, 404-410 (1953)

- Die Spannungsverteilung im Schenkelhals.
Arch. klin. Chir. 185, 308-321 (1936)

Kummer, B.: Eine vereinfachte Methode zur Darstellung von Spannungstrajektorien, gleichzeitig ein Modellversuch für die Ausrichtung u. Dichteverteilung der Spongiosa in den Gelenkenden der Röhrenknochen.
Z. Anat. 119, 223-234 (1955/56)

Lange, M.: Orthopädische Operationslehre.
Bergmann-Verlag, München 1951

- Die Arthrodesen.
Wien. med. Wschr., 1o5.Jahrg., 256-266 (1955)

- Arthrodesis of the hip.
J. Internat. Obll. Surg. 29, 638-643 (1958)

Legal, W.: Extraartikuläre oder intrartikuläre Spanversteifung bei Coxitis tuberkulosa.
Z. Orthop., 82, 385-398 (1952)

Leger, W.: Die arthrotische Hüfte aus orthop. Sicht.
Die Medizinische 1959, 1. Halbjahr, 581-586 (1959)

Lindström, N.: Arthroplasty and arthrodesis in arthrosis deformans coxae. A Post investigation.
Acta orthop. scan. 21, 124-132 (1951)

Mayer, H.: Probleme und Erfahrungen an 200 Arthrodesen bei chron. unspezif. Hüfterkrankungen.
Z. Orthop. 84, 189-2Ø6 (1954)

Merkelbach, F.: Die operative Behandlung der Arthrosis deformans des Hüftgelenkes.
Z. Orthop. 79, 459-469 (1950)

Müller, M. E.: Die hüftnahen Femurosteotomien.
Georg Thieme-Verlag, Stuttgart 1957

Pauwels, F.: Die Bedeutung der Bauprinzipien des Stütz- und Bewegungsapparates für die Beanspruchung der Röhrenknochen.
Z. Anat. 114, 129-166 (1949/50)

- Über die Verteilung der Spongiosadichte im coxalen Femurende und ihre Bedeutung für die Lehre vom funktionellen Bau des Knochens.
Morph. Jb. 95, 35-54 (1955)

- Die Bedeutung der Muskelkräfte für die Beanspruchung des Röhrenknochens während der Bewegung der Glieder.
Z. Anat. 115, 327-351 (1950)

- Die Bedeutung der Bauprinzipien der unteren Extremität für die Beanspruchung des Beinskelettes.
Z. Anat. 114, 525-538 (1949/50)

- Der Schenkelhalsbruch - ein mechan. Problem.
Beilageheft zur Zeitschrift f. orthop. Chir. 63, 111-149 (1935)

- Gesammelte Abhandlungen zur funktionellen Anatomie des Bewegungsapparates.
Springer, Berlin 1965

Pitzen: Zur operativen Versteifung des Hüftgelenkes.
Z. Orthop. 77, 301-306 (1948)

Rütt, A.: Die Muskelverpflanzung als Ergänzungsoperation der Arthrodese.
Chirurg 30, 548-552 (1959)

Schede, F.: Theoretische Grundlagen für den Bau von Kunstbeinen.
Z. Orthop. 88, Beilageheft 1956

Schörner, R.: Vor- und Nachteile versteifender Operationen am Hüftgelenk.
Arch. orthop. Unf. Chir. 45, 230-236 (1952/53)

Stinchfield, E.: Arthrodesis of the hip joint. A follow-up study. J. Bone Surg. 32-A, 48-58 (1950)

Stoffel, A.: Ziel und Bewertung der Arthrodese. Klin. Wschr. 4, 170-174 (1925)

- Schattenseiten der Arthrodese. Zbl. Chir. 50, 767 (1923)

Storck, H.: Die Anwendung der Statik auf den menschlichen Bewegungsapparat. Beilageheft zur Zeitschrift f.Orthop. 13-24

Thompson, F.R.: The Role of Hip Fusion in Osteoarthri Clinical Orthopaedics and Related Research 31, 24-29 (1963)

Vesely, D.G.: Ischiofemoral arthrodesis. An and-result study of forty-four Cases. J. Bone Surg. 43-A, 363-378 (1961)

Viernstein, K.: Erfahrungen bei Hüftarthrodesen. Verh. Dtsch. orthop. Ges., 44. Kongr. München 1956, Beilageheft Z.Orthop. 8 93-95 (1957)

Witt, A.N.: Arthrodesis deformans in Klinik und Praxis. Dtsch. med. J. 10, 226-231 (1959)

- Zur Problematik der Hüftversteifung. Z. Orthop. 80, 559-564 (1951)

- Verh. Dtsch. Orthop. Ges. 1948, 36. Kongr., 78, 210-213,

- Z. Orthop. 79, 397 (1950)

- Zur Hüftarthrodese beim älteren Menschen zur gleichnamigen Arbeit von W. Mohing.

Chir. 29, 73-74 (1958)

- Die operative Behandlung der Arthrosis deformans.

Langenbecks Arch. Klin. Chir. 292, 493-513 (1959)

- Aussprache zur operativen Hüftversteifung.

Z.Orthop. 80, 559-564 (1951)

Witt, A.N.
Cotta, H. : Die orthopädische Behandlung der Arthrosis deformans - insbesondere der Hüftarthrose.

Med. Klinik 56, 23, 995-1000 (961)

Für die Überlassung des Themas,
die Übernahme des Referates und
die wertvollen Hinweise bei der
Abfassung der Arbeit spreche ich
Herrn Priv. Doz. Dr. med. H. Cotta
meinen herzlichen Dank aus.

Lebenslauf

Am 31. August wurde ich als Tochter des Fleischermeisters Fritz Kalweit und seiner Ehefrau Gertrud Kalweit, geb. Constabel in Magdeburg geboren.

Nach Beendigung der Schulzeit mit dem Abitur 1952 besuchte ich von 1953 bis 1954 die Medizinische Fachschule in Magdeburg, die ich mit dem Examen als Medizinisch-technische Assistentin beendete.
1954 bis 1958 Röntgenassistentin in der Chirurgischen Klinik des Stadtkrankenhauses in Magdeburg.
Mai 1958 Beginn des Medizinstudiums an der Freien Universität Berlin.
1959 Vorphysikum, 1961 Physikum, 1965 Staatsexamen an der Freien Universität Berlin.
1. September bis 31. Dezember 1965 Medizinalassistentin auf der Chirurgischen Abteilung des Alice-Hospitals in Darmstadt.
Seit 1. Januar 1966 Medizinalassistentin in der Hautklinik des Stadtkrankenhauses Darmstadt.